

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **11-093681**

(43)Date of publication of application : **06.04.1999**

(51)Int.Cl.

F02B 47/10
F02B 37/00
F02B 43/10
F02M 21/02

(21)Application number : **09-275269**

(71)Applicant : **MITSUBISHI HEAVY IND LTD**

(22)Date of filing : **22.09.1997**

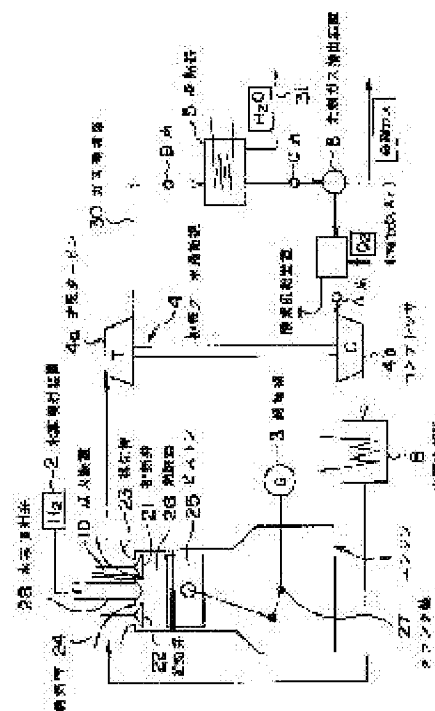
(72)Inventor : **ISHIDA HIROYUKI**
TOSA YOZO

(54) HYDROGEN-FUELED ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a hydrogen-fueled engine capable of using operating gas whose ratio of specific heat is high, having the high thermal efficiency, and in which discharge of NO_x is restrained, in an engine using hydrogen as fuel.

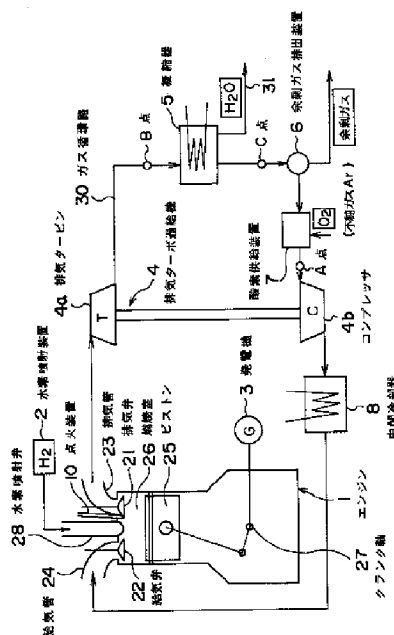
SOLUTION: A hydrogen-fueled engine is provided with a condenser 5 for condensing and liquefying water steam in exhaust gas from an engine 1 and discharging it outside a system, and for circulating non-condensed gas containing argon as oxygen and impure gas of oxygen allowed to flow in the system to the engine side, an excess gas discharging device 6 for discharging excess non- condensed gas fed out from the condenser 5 to the outside of the system, and an oxygen supplying device 7 for supplying oxygen and argon as impure gas of oxygen to the non-condensed gas to be circulated and for feeding it to an air supplying passage of the engine 1.



(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成11年(1999)4月6日

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 10 頁)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 酸素を含む給気が導入される燃焼室内に水素を供給し、前記酸素を酸化剤として水素を燃焼させる水素エンジンにおいて、

前記エンジンからの排気ガスを冷却し、排気ガス中の水蒸気を凝縮液化して非凝縮作動ガスと分離して系外に排出するとともに酸素及び該酸素の不純ガスとして系内に入ったアルゴンを含む非凝縮ガスを前記エンジン側へ循環させる凝縮器と、

前記凝縮器から送出された非凝縮ガスのうちの余剰分を系外に排出する余剰ガス排出装置と、

前記循環される非凝縮ガスに酸素及び該酸素の不純ガスとしてのアルゴンを供給して前記エンジンの給気通路に送る酸素供給装置とを備え、

前記エンジンの排気口から凝縮器、余剰ガス排出装置、酸素供給装置の順に経てエンジンの給気口に至る作動ガスの循環路を構成したことを特徴とする水素エンジン。

【請求項2】 排気タービンと該排気タービンに同軸駆動されるコンプレッサとを備えた排気ターボ過給機を前記循環路に設け、前記エンジンからの排気ガスで前記排気タービンを駆動し、該駆動後の排気ガスを前記凝縮器に導き、

前記酸素供給装置からの作動ガスを前記コンプレッサで加圧してエンジンの給気口に送るようにした請求項1記載の水素エンジン。

【請求項3】 前記循環路の前記凝縮器の上流側に排気ガスによって駆動されるタービン発電機を設けてなる請求項1あるいは2に記載の水素エンジン。

【請求項4】 前記循環路のタービン発電機の上流側部位から該タービン発電機をバイパスして前記凝縮器の上流部位に接続されるバイパス路を設けるとともに、該バイパス路の入口に、該バイパス路あるいはタービン発電機への排気ガスの通流、遮断を切り換える切換弁を設けた請求項3記載の水素エンジン。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は水素を燃料とする水素エンジン、特に水素を燃焼室内に直接噴射し、点火装置によって着火・燃焼させる水素ディーゼルエンジンに関する。

【0002】

【従来の技術】図3は水素を燃料とする水素ディーゼルエンジンに関する従来技術の1例を示す構成図である。図3において、1はエンジンで、ピストン25、クランク軸27、給気弁22、排気弁21等を備えている。26は該エンジン1のシリンダ内の前記ピストン25の上部に形成される燃焼室である。

【0003】2は燃料となる水素の噴射を行なう水素噴射装置、28は該水素噴射装置に接続される水素噴射弁で、該水素噴射弁28は前記燃焼室26内に臨んで設け

られ、該燃焼室26内に水素を噴射するようになっている。10は前記燃焼室26に臨んで設けられた点火装置で、燃焼室26内に噴射された水素に点火し燃焼させるものである。24は前記エンジン1の燃焼室26へ空気を送給するための給気管、23は燃焼室26内の燃焼ガスを排出するための排気管である。

【0004】4は、排気タービン4a及びこれに直結駆動されるコンプレッサ4bからなる排気ターボ過給機である。該過給機4の排気タービン4a入口には前記排気管23が接続されている。8は中間冷却器で、前記コンプレッサ4bとエンジン1の給気弁22との間の前記給気管24中に設けられ、コンプレッサ4bの出口の空気を冷却するものである。3は発電機で前記エンジン1のクランク軸27に直結され、該エンジン1の動力によって駆動される。

【0005】かかる従来の水素ディーゼルエンジンの運転時において、後述する排気ターボ過給機4から給気管24及び給気弁22を経て燃焼室26内に供給された燃焼用酸素を含む空気がピストン25の上昇（圧縮行程）によって圧縮されて高圧化される。そして、かかる燃焼室26内の高圧空気中に、水素噴射装置2において高圧化された水素が水素噴射弁28から噴射され、次いでこの水素は点火装置10によって点火されて、空気中の酸素との共働によって拡散燃焼せしめられ、ピストン25への膨張仕事を行なう。

【0006】前記ピストン25の動力はクランク軸27を経て発電機3に伝達され、発電仕事をなす。一方、排気弁21が開弁すると、燃焼によって生じた排気ガスは排気管23を通して排気ターボ過給機4の排気タービン4aに導かれて該排気タービン4aにて膨張仕事をなした後、外部に排出される。また、前記排気タービン4aの回転力はコンプレッサ4bに伝達され、該コンプレッサ4bは燃焼用の空気を加圧して空気冷却器（中間冷却器）8に送る。該空気冷却器8において所定の温度まで冷却された空気は給気管24を通り、給気弁22の開弁とともに燃焼室26内に供給され、前記のようにして水素の燃焼に供される。

【0007】また、かかる水素エンジンとして、不活性ガス循環水素燃料エンジンが特開平2-11826号にて提案されている。かかる水素エンジンにおいては、熱膨張媒体として二酸化炭素ガスを用い、燃焼で生じた燃焼ガスを系外に排出することなく、該燃焼ガスを冷却して水分を凝縮させ、液体（水）として循環させている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】水素を燃料とするディーゼルエンジンは、燃料成分に炭素を含まないため、二酸化炭素、未燃炭化水素及び煤の排出が無いという低公害エンジンとしての大きな長所を有しているが、燃焼温度が高いため、排気ガス中の窒素酸化物（NOx）の濃度が高いため、これを低減することを要するという課題

を抱えている。

【0009】かかる課題に対処するものとして前述の特開平2-11826号の発明が提案された。即ち本先行技術は、前記のように、燃焼で生じた燃焼ガスを系外に排出することなく、燃焼ガス中に含まれる水分を凝縮させて液体（水）として循環させている。しかしながら、かかる先行技術においては、二酸化炭素を作動ガスとして循環させているので、系外にNO_xを始めとする有害物を排出せず、排気ガスが清浄なエンジンではあるが、3原子分子である二酸化炭素を作動ガスとするため、比熱比（K）が小さくそのため、熱機関としての効率即ち熱効率が空気を作動ガスとするエンジンに較べて低くなるという問題点を有している。

【0010】本発明はかかる従来技術の課題に鑑み、水素を燃料とするエンジンにおいて、比熱比の高い作動ガスを使用可能として熱効率が高く、かつNO_xの排出が抑制された水素エンジンを得ることを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明はかかる課題を解決するため、その第1発明として、酸素を含む給気が導入される燃焼室内に水素を供給し、前記酸素を酸化剤として水素を燃焼させる水素エンジンであって、前記エンジンからの排気ガスを冷却し、排気ガス中の水蒸気を凝縮液化して非凝縮作動ガスと分離して系外に排出するとともに酸素及び該酸素の不純ガスとして系内に入ったアルゴンを含む非凝縮ガスを前記エンジン側へ循環させる凝縮器と、前記凝縮器から送出された非凝縮ガスの内の余剰分を系外に排出する余剰ガス排出装置と、前記循環される非凝縮ガスに酸素及び該酸素の不純ガスとしてのアルゴンを供給して前記エンジンの給気通路に送る酸素供給装置とを備え、前記エンジンの排気口から凝縮器、余剰ガス排出装置、酸素供給装置の順を経てエンジンの給気口に至る作動ガスの循環路を構成したことを特徴とする水素エンジンを提案する。

【0012】また、好ましくは前記第1発明に加えて、排気タービンと該排気タービンに同軸駆動されるコンプレッサとを備えた排気ターボ過給機を前記循環路に設け、前記エンジンからの排気ガスで前記排気タービンを駆動し、該駆動後の排気ガスを前記凝縮器に導き、前記酸素供給装置からの作動ガスを前記コンプレッサで加圧してエンジンの給気口に送るよう構成する。

【0013】かかる第1発明によれば、エンジンの排気口から排気ターボ過給機の排気タービン、凝縮器、余剰ガス排出装置、酸素供給装置、前記過給機のコンプレッサを経てエンジンの給気口に至る、クローズドディーゼルサイクルからなる作動ガスの循環路を構成し、該循環路中に酸素供給装置にて燃焼用酸素とともに不純ガスとして比熱比（K）の高いアルゴン（Ar）を供給し、作動ガス内に含有させて循環させることにより、作動ガスの比熱比を高く保持することができる。これにより水素

エンジンの熱効率を高く保持することができる。

【0014】また、燃焼用酸素の製造時に含有されているアルゴンを該酸素とともに作動ガス循環等に供給するので、格別なアルゴンの製造設備を必要とすることなく、所要のアルゴンを得ることができる。

【0015】また第2発明は、前記第1発明に加えて、前記循環路の前記凝縮器の上流側に排気ガスによって駆動されるタービン発電機を設け、さらに好ましくは、前記循環路のタービン発電機の上流側部位から該タービン発電機をバイパスして前記凝縮器の上流部位に接続されるバイパス路を設けるとともに、該バイパス路の入口に、該バイパス路あるいはタービン発電機への排気ガスの通流、遮断を切り換える切換弁を設ける。

【0016】かかる第2発明によれば、排気ターボ過給機を駆動後の作動ガスでタービン発電機を駆動し膨張仕事をなす。これによって、タービンで発電機にて作動ガスのエネルギーを回収することにより、プラントの出力が増大し、効率が向上するとともに、前記タービン発電機における膨張仕事により作動ガスの圧力及び温度レベルが低下するので凝縮器の伝熱面積を小さくすることができる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の好適な実施形態を例示的に詳しく説明する。但しこの実施形態に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は特に特定の記載がないかぎり、この発明の範囲をそれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

【0018】図1は、本発明の第1実施形態に係る水素ディーゼルエンジンの構成図である。図1において、1はエンジンであり、ピストン25、クランク軸27、給気弁22、排気弁21等を備えるとともに、シリンダ内の前記ピストン25の上部には燃焼室26が形成されている。

【0019】2は燃料となる水素の噴射を行なう水素噴射装置、28は該水素噴射装置2に接続される水素噴射弁で、該水素噴射弁28は前記燃焼室26内に臨んで設けられ、該燃焼室26内に前記燃料水素を噴射するようになっている。10は前記燃焼室26に臨んで設けられた点火装置で、燃焼室26内に噴射された水素に点火し燃焼させるものである。24は前記エンジン1の燃焼室26へ作動ガスを送給するための給気管、23は燃焼室26内の燃焼ガスを排出するための排気管である。

【0020】4は排気タービン4a及びこれに直結駆動されるコンプレッサ4bからなる排気ターボ過給機である。過給機4の排気タービン4a入口には前記排気管23が接続されている。8は中間冷却器で、前記排気ターボ過給機4のコンプレッサ4bとエンジン1の給気弁22との間の前記給気管24中に設けられ、コンプレッサ4b出口の作動ガスを冷却するものである。3は発電機

10

20

30

40

50

で前記エンジン1のクランク軸27に直結され、該エンジン1の動力によって駆動される。以上の構成は図3に示す従来技術の水素ディーゼルエンジンと同様である。

【0021】本発明の実施形態においては、排気ターボ過給機の排気タービン駆動後の排気ガスを、酸素供給装置を介してエンジンの給気系に循環するように構成している。即ち図1において、30は排気タービン4aのガス出口とコンプレッサ4bのガス入口と接続するガス循環路である。5は該ガス循環路30の排気タービン4a出口側に設けられた凝縮器で、排気タービン4a出口の排気ガス（作動ガス）を冷却水にて冷却するものである。

【0022】前記ガス循環路30の凝縮器5の下流には余剰ガス排出装置6及び酸素供給装置7が順に配設され、該酸素供給装置7の出口が前記コンプレッサ4bの吸入口に接続されている。前記余剰ガス排出装置6は、前記酸素供給装置7により供給される供給酸素の製造時に微量含まれているアルゴン（Ar）等の不純ガスがガス循環系内に混入するが、この混入量に等しい量の余剰ガスを常時外部に排出するものである。

【0023】前記酸素供給装置7は、燃焼に必要な酸素、つまり酸素製造装置（不図示）により製造され、アルゴン（Ar）を不純ガスとして含有する酸素を、ガス循環路30の排気ターボ過給機4のコンプレッサ4bの吸入口側へ供給するものである。

【0024】かかる構成からなる水素ディーゼルエンジンの運転時において、排気ターボ過給機4のコンプレッサ4bには、後述する循環作動ガスに酸素供給装置7にて酸素（O₂）が供給され、予混合された酸素富化状態にある作動ガスが吸入される。前記酸素供給装置7における供給酸素にはこれの製造時の不純ガスとして少量のアルゴン（Ar）が含まれており、従って上記酸素の供給により該アルゴンが混入された作動ガスが系内を循環することとなる。

【0025】前記酸素富化作動ガスは前記コンプレッサ4bによって圧縮され昇圧された後、中間冷却器8にて冷却・降温され、給気管24に入り、給気弁22の開弁とともに燃焼室26内に導入される。この作動ガスはピストン25の上昇（圧縮行程）によって圧縮され高圧化される。

【0026】そして、かかる燃焼室26内の高圧作動ガス中に、水素噴射装置2において高圧化された水素が水素噴射弁28から噴射され、次いでこの水素は点火装置10によって点火されて、作動ガス中の酸素との共働によって拡散燃焼せしめられ、ピストン25に膨張仕事を行なう。前記ピストン25の動力はクランク軸27を経て発電機3に伝達され、発電仕事をなす。

【0027】一方、排気弁21が開弁すると、燃焼による排気ガス即ち作動ガスは排気管23を通過して排気ターボ過給機4の排気タービン4aに導かれて該排気タービ

ン4aにて膨張仕事をなした後、ガス循環路30を通過して凝縮器5に入る。

【0028】そして該排気ガスは凝縮器5にて冷却される。該凝縮器5においては、上記冷却により排気ガス中に含まれる燃焼生成物である水蒸気を凝縮液化して非凝縮ガスと分離し、液体のみを排出管31から外部に排出せしめる。前記凝縮器5における非凝縮の作動ガスは余剰ガス排出装置6にて余剰分が排出される。即ち該余剰ガス排出装置6においては、前記酸素供給装置7における供給酸素中に含まれる不純ガスとしてのアルゴン（Ar）の混入量に等しい量のガスを常時系外に排出する。

【0029】以上のように、本発明の実施形態においては、エンジン1の排気弁21から排気タービン4a、凝縮器5、余剰ガス排出装置6、酸素供給装置7、コンプレッサ4b、空気冷却器8を経てエンジン1の給気弁22に至るクローズドディーゼルサイクルからなるガス循環路30を循環する作動ガス中に比熱比（K）の大きいアルゴン（Ar）を含有し、該アルゴンの濃度を高く保持できるので、作動ガスの比熱比が大となり、エンジン1の効率が向上する。

【0030】図2は、本発明の第2実施形態に係る水素ディーゼルエンジンの構成図である。この実施形態では、ガス循環路30の排気ターボ過給機4の排気タービン4aの出口にタービン発電機9及び切換弁32を設けている。

【0031】即ち、図2において、32は前記ガス循環路30の排気タービン4aの出口に設けられた切換弁である。そして該切換弁32の下流側の循環路31にはタービン発電機9が設けられるとともに、該切換弁32からタービン発電機9をバイパスするバイパス管29が設けられている。

【0032】かかる第2実施形態において、排気タービン4aを駆動した作動ガス（排気ガス）は切換弁32の切り換えにより循環路31を通過してタービン発電機9に導かれてこれを駆動し膨張仕事をなす。該タービン発電機9を駆動して圧力及び温度が低下した作動ガスは凝縮器5に入って前記第1実施形態と同様な凝縮作用がなされる。また、前記切換弁32をバイパス管29側に切り換えれば、作動ガス（排気ガス）はタービン発電機9をバイパスし膨張仕事をなすことなく凝縮器5に導かれる。

【0033】この実施形態においては、排気ターボ過給機4を駆動した後の作動ガス（排気ガス）でタービン発電機9を駆動し膨張仕事をなすので、タービン発電機9によって作動ガスのエネルギーを回収することによりプラントの出力が増大し効率が上昇するとともに、タービン発電機9を駆動することにより、作動ガスの圧力及び温度レベルが低下するので、凝縮器5の伝熱面積を小さくすることができる。

【0034】

【実施例】次に図1に示す第1実施形態による実施例を説明する。この実施例においては、図1のA点（コンプレッサ4bの入口）、B点（凝縮器5の入口）及びC点（凝縮器5の出口）における循環ガス流量バランスを計算している。

【0035】まず、酸素供給装置7における供給酸素純度（全体を1とする）を次のように表わす。

* 酸素 $O_2 : x$

窒素 $N_2 : z$

アルゴン $Ar : 1 - x - z$

以下、水素（ H_2 ）1モルに対する各部の流量をバランスさせる。

【0036】

* 【表1】

（A点において）

目標 O_2 濃度を ϕ 、空気過剰率を λ 、残留 N_2 モル比を y とする。

理論酸素量 $L_0 = 0.5 \text{ mol/mol}$

	モル数 (mol/mol- H_2)
H_2O	0
O_2	λL_0
N_2	$\frac{y}{\phi} \lambda L_0$
Ar	$\frac{1 - \phi - y}{\phi} \lambda L_0$
全体	$\frac{\lambda L_0}{\phi} = M_0$

【0037】

※ ※ 【表2】

（B点において）

	モル数 (mol/mol- H_2)
H_2O	1
O_2	$(\lambda - 1)L_0$
N_2	$\frac{y}{\phi} \lambda L_0$
Ar	$\frac{1 - \phi - y}{\phi} \lambda L_0$
全体	$1 - L_0 + \frac{\lambda L_0}{\phi} = M_1$

【0038】

★ ★ 【表3】

（C点において）

	モル数 (mol/mol- H_2)
H_2O	0
O_2	$(\lambda - 1)L_0$
N_2	$\frac{y}{\phi} \lambda L_0$
Ar	$\frac{1 - \phi - y}{\phi} \lambda L_0$
全体	$\frac{\lambda L_0}{\phi} - L_0 = M_2$

【0039】

【表4】

(再度A点において)

1サイクル前と全モル数が等しいことが必要。

H₂ 1モルに対して、O₂ mモル供給

循環率 α

排出率 $1 - \alpha$

	モル数 (mol/mol-H ₂)	前サイクル モル数 (mol/mol-H ₂)
H ₂ O	0	0
O ₂	$\alpha(\lambda - 1)L_0 + m$	λL_0
N ₂	$\alpha \frac{y}{\phi} \lambda L_0 + \frac{z}{\phi} m$	$\frac{y}{\phi} \lambda L_0$
Ar	$\alpha \frac{1 - \phi - y}{\phi} \lambda L_0 + \frac{1 - x - z}{x} m$	$\frac{1 - \phi - y}{\phi} \lambda L_0$
全体	$\alpha \left(\frac{\lambda L_0}{\phi} - L_0 \right) + \frac{m}{x} = M'_0$	$\frac{\lambda L_0}{\phi} = M_0$

【0040】以上「表1」乃至「表4」から、A点における各組成が等しいことより、以下の式「数1」が得られる。
*【0041】

$$\text{作動ガス循環率 } \alpha = \frac{(x - \phi)\lambda}{(x - \phi)\lambda + (1 - x)\phi}$$

$$\text{余剰ガス排出率 } 1 - \alpha = \frac{(1 - x)\phi}{(x - \phi)\lambda + (1 - x)\phi}$$

$$\text{供給O}_2\text{量 } m = \lambda L_0 - \frac{(x - \phi)\lambda}{(x - \phi)\lambda + (1 - x)\phi} (\lambda - 1)L_0$$

$$\text{残留N}_2\text{濃度 } y = \frac{(1 - \phi)}{(1 - x)} z$$

【0042】かかる式を用いて、次々例をとって計算を行なう。例として、

燃焼前O₂ 温度: $\phi = 0.21$

空気過剰率: $\lambda = 2.35$

とする。また、供給O₂ 純度を既存技術による代表的数値として次のように仮定する。

O₂: $x = 0.97$

N₂: $z = 0.0015$

Ar: $1 - x - z = 0.0285$

このとき、

作動ガス循環率: $\alpha = 0.9965$

余剰ガス排出率: $1 - \alpha = 0.0035$

H₂ 1モルに対する必要供給O₂ 量(不純ガスを含む): $m = 0.5024$ (mol/mol-H₂)

A点に於ける作動ガスのモル分率は次のようになる。O₂ 濃度: $\phi = 0.21$

N₂ 濃度: $y = 0.395$

Ar 濃度: $1 - \phi - y = 0.7505$

【0043】以上の計算結果のように、系内の作動ガスは、酸素(O₂)、アルゴン(Ar)、および、窒素(N₂)がある比率でバランスすることになる。上記計算結果より明らかなように、この実施形態に係るシステムは、系を循環する作動ガス中のアルゴン(Ar)濃度を高く保持することができる。これによって、特別にアルゴン供給設備を用意する必要が無く、比熱比(x)の高いアルゴン(Ar)の濃度を高く保持することができ、これによってエンジンサイクルの熱効率を高くすることができる。

【0044】なお、ガス循環系内の作動ガス濃度は比較的短時間でバランスするため、エンジンの始動時のみ系内に空気を満たしておけば、数分で作動ガスが置換され、定常状態のアルゴン濃度となる。また、水素(H₂)と酸素(O₂)の燃焼で生じるのは水蒸気のみであり、排出物としてはこれを凝縮器5で凝縮して液体の水

として系外に排出すればよい。また、酸素供給装置 7 にて供給された酸素 (O_2) 中の窒素 (N_2) は低濃度に保たれるため、これの燃焼で生じる NO_x の排出量は極めて低く保持でき、クリーンなエンジンシステムとすることが可能となる。

【0045】

【発明の効果】以上記載のごとく本発明によれば、エンジンの排気口から凝縮器、余剰ガス排出装置及び酸素供給装置を経て、好ましくはその中間に排気ターボ過給機を介して、エンジンの給気口に至るクロードディーゼルサイクルからなる作動ガスの循環路を構成し、該循環中に酸素供給装置にて燃焼用酸素とともにこれの製造時における不純ガスとして比熱比の高いアルゴンを供給し、作動ガス内に含有させて循環させることにより、作動ガスの比熱比を高く保持してエンジンを運転することができる。これにより従来の二酸化炭素を作動ガスとするものに比べ水素エンジンの熱効率を向上することができる。

【0046】また、該エンジン作動ガスの系外への排出は凝縮器で凝縮された水のみであり、また酸素供給装置にて供給された酸素中の窒素は低濃度に保たれるので、これの燃焼で生じる NO_x の排出量は極めて低くなり、排気の清浄なエンジンが得られる。

【0047】また請求項 3 及び 4 の発明によれば、排気ターボ過給機で膨張仕事をなした作動ガスをタービン発電機でさらに膨張仕事をさせるので、タービン発電機でのエネルギー回収によりプラントの効率が向上するとともに、前記タービン発電機における膨張仕事により作動ガスの圧力及び濃度レベルが低下するので、凝縮器の伝熱面積を小さくすることができ、凝縮器を小型化することができる。これによりエンジンプラントの設置コストが低減される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 実施形態に係る水素ディーゼルエンジンの構成図である。

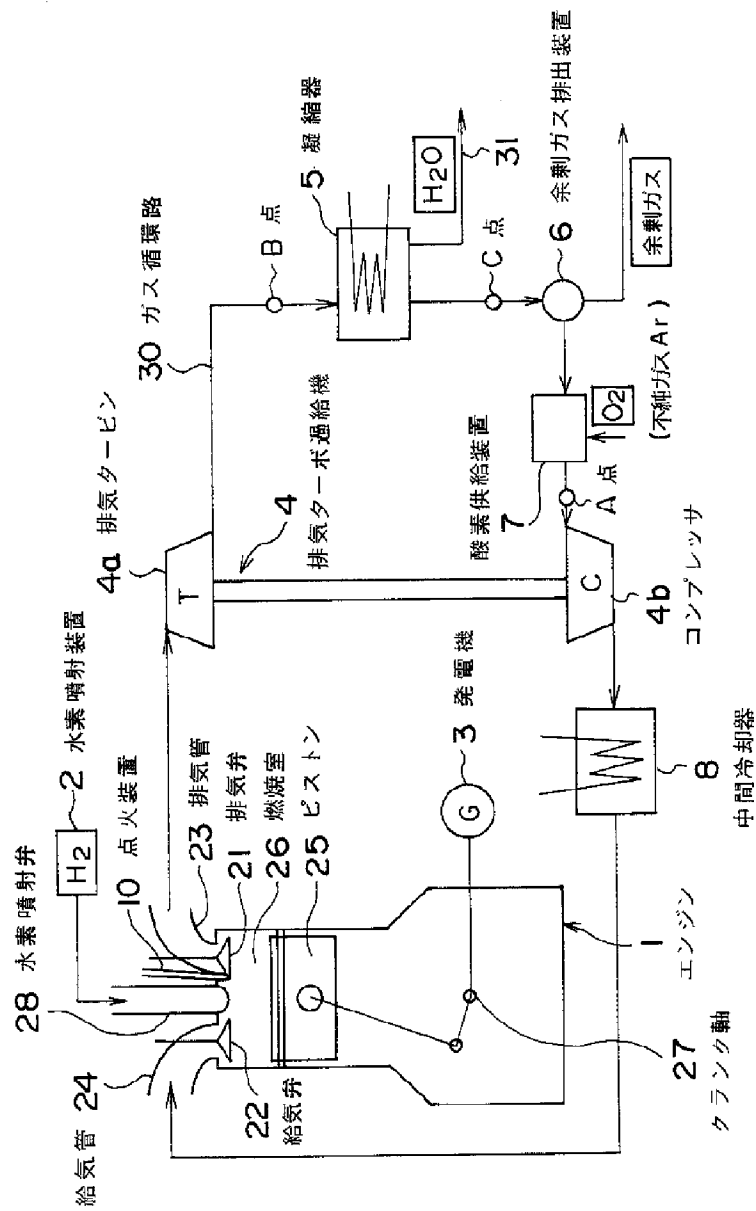
【図 2】本発明の第 2 実施形態に係る図 1 に対応する図である。

【図 3】従来の水素ディーゼルエンジンに係る図 1 に対応する図である。

【符号の説明】

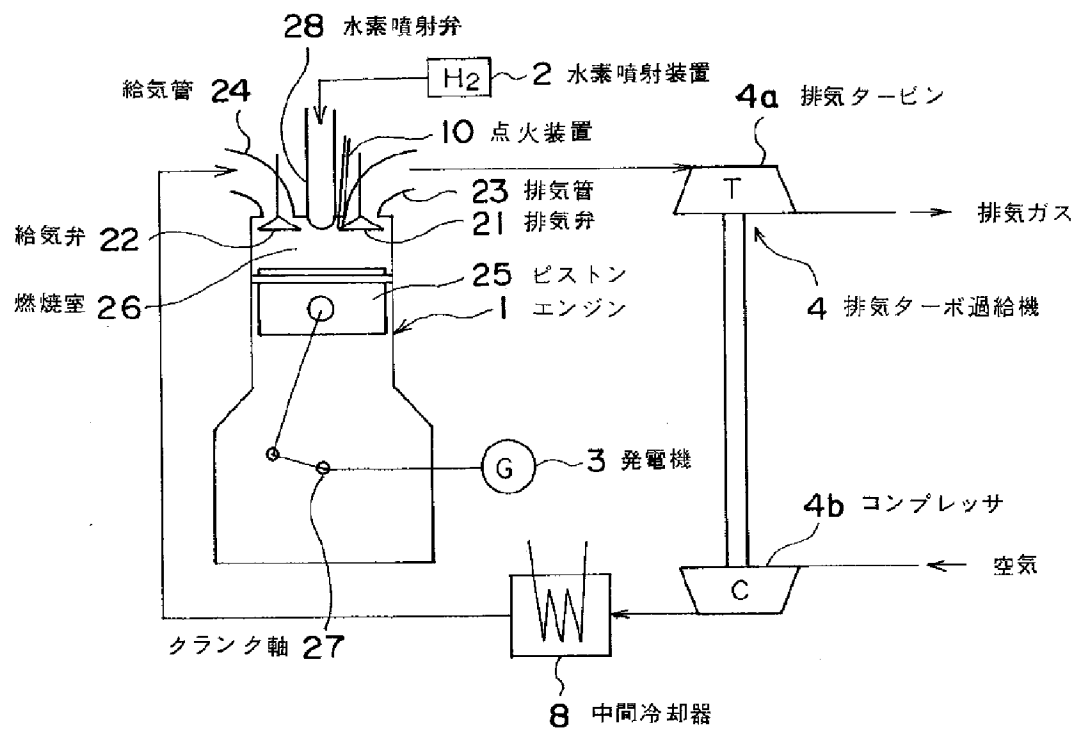
- | | |
|-----|---------------|
| 1 | エンジン |
| 2 | 水素噴射装置 |
| 3 | 発電機 |
| 4 | 排気ターボ過給機 |
| 4 a | 排気タービン |
| 4 b | コンプレッサ |
| 5 | 凝縮器 |
| 6 | 余剰ガス排出装置 |
| 7 | 酸素供給装置 |
| 8 | 空気冷却器 (中間冷却器) |
| 9 | タービン発電機 |
| 10 | 点火装置 |
| 21 | 排気弁 |
| 22 | 給気弁 |
| 23 | 排気管 |
| 24 | 給気管 |
| 25 | ピストン |
| 26 | 燃焼室 |
| 27 | クランク軸 |
| 28 | 水素噴射弁 |
| 29 | バイパス管 |
| 30 | ガス循環路 |
| 31 | ガス循環路 |
| 32 | 切換弁 |

【図1】



[illegible]

【図3】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
 【部門区分】第5部門第1区分
 【発行日】平成14年1月23日(2002.1.23)

【公開番号】特開平11-93681
 【公開日】平成11年4月6日(1999.4.6)
 【年通号数】公開特許公報11-937
 【出願番号】特願平9-275269
 【国際特許分類第7版】

F02B 47/10
 37/00 302
 43/10

F02M 21/02

【F I】

F02B 47/10
 37/00 302 G
 43/10 B
 F02M 21/02 G

【手続補正書】
 【提出日】平成13年6月12日(2001.6.12)

【手続補正1】
 【補正対象書類名】明細書
 【補正対象項目名】0009
 【補正方法】変更
 【補正内容】

【0009】かかる課題に対処するものとして前述の特開平2-11826号の発明が提案された。即ち本先行技術は、前記のように、燃焼で生じた燃焼ガスを系外に排出することなく、燃焼ガス中に含まれる水分を凝縮させて液体(水)として循環させている。しかしながら、かかる先行技術においては、二酸化炭素を作動ガスとして循環させているので、系外にNOxを始めとする有害物を排出せず、排気ガスが清浄なエンジンではあるが、3原子分子である二酸化炭素を作動ガスとするため、比熱比(κ)が小さくそのため、熱機関としての効率即ち熱効率が空気を作動ガスとするエンジンに較べて低くなるという問題点を有している。

【手続補正2】
 【補正対象書類名】明細書
 【補正対象項目名】0013
 【補正方法】変更
 【補正内容】

【0013】かかる第1発明によれば、エンジンの排気口から排気ターボ過給機の排気タービン、凝縮器、余剰ガス排出装置、酸素供給装置、前記過給機のコンプレッサを経てエンジンの給気口に至る、クローズドディーゼルサイクルからなる作動ガスの循環路を構成し、該循環路中に酸素供給装置にて燃焼用酸素とともに不純ガスと

して比熱比(κ)の高いアルゴンを供給し、作動ガス内に含有させて循環させることにより、作動ガスの比熱比を高く保持することができる。これにより水素エンジンの熱効率を高く保持することができる。

【手続補正3】
 【補正対象書類名】明細書
 【補正対象項目名】0022
 【補正方法】変更
 【補正内容】

【0022】前記ガス循環路30の凝縮器5の下流には余剰ガス排出装置6及び酸素供給装置7が順に配設され、該酸素供給装置7の出口が前記コンプレッサ4bの吸入口に接続されている。前記余剰ガス排出装置6は、前記酸素供給装置7により供給される供給酸素の製造時に微少量含まれているアルゴン等の不純ガスがガス循環系内に混入するが、この混入量に等しい量の余剰ガスを常時外部に排出するものである。

【手続補正4】
 【補正対象書類名】明細書
 【補正対象項目名】0023
 【補正方法】変更
 【補正内容】

【0023】前記酸素供給装置7は、燃焼に必要な酸素、つまり酸素製造装置(不図示)により製造され、アルゴンを不純ガスとして含有する酸素を、ガス循環路30の排気ターボ過給機4のコンプレッサ4bの吸入口側へ供給するものである。

【手続補正5】
 【補正対象書類名】明細書
 【補正対象項目名】0024

【補正方法】変更

【補正内容】

【0024】かかる構成からなる水素ディーゼルエンジンの運転時において、排気ターボ過給機4のコンプレッサ4bには、後述する循環作動ガスに酸素供給装置7にて酸素が供給され、予混合された酸素富化状態にある作動ガスが吸入される。前記酸素供給装置7における供給酸素にはこれの製造時の不純ガスとして少量のアルゴンが含まれており、従って上記酸素の供給により該アルゴンが混入された作動ガスが系内を循環することとなる。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0028

【補正方法】変更

【補正内容】

【0028】そして該排気ガスは凝縮器5にて冷却される。該凝縮器5においては、上記冷却により排気ガス中に含まれる燃焼生成物である水蒸気を凝縮液化して非凝縮ガスと分離し、液体のみを排出管31から外部に排出せしめる。前記凝縮器5における非凝縮の作動ガスは余剰ガス排出装置6にて余剰分が排出される。即ち該余剰ガス排出装置6においては、前記酸素供給装置7における供給酸素中に含まれる不純ガスとしてのアルゴンの混入量に等しい量のガスを常時系外に排出する。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0029

【補正方法】変更

【補正内容】

【0029】以上のように、本発明の実施形態においては、エンジン1の排気弁21から排気タービン4a、凝縮器5、余剰ガス排出装置6、酸素供給装置7、コンプレッサ4b、空気冷却器8を経てエンジン1の給気弁22に至るクローズドディーゼルサイクルからなるガス循

環路30を循環する作動ガス中に比熱比(κ)の大きいアルゴンを含むし、該アルゴンの濃度を高く保持できるので、作動ガスの比熱比が大となり、エンジン1の効率が向上する。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0043

【補正方法】変更

【補正内容】

【0043】以上の計算結果のように、系内の作動ガスは、酸素(O_2)、アルゴン(Ar)、および、窒素(N_2)がある比率でバランスすることになる。上記計算結果より明らかなように、この実施形態に係るシステムは、系を循環する作動ガス中のアルゴン濃度を高く保持することができる。これによって、特別にアルゴン供給設備を用意する必要が無く、比熱比(κ)の高いアルゴンの濃度を高く保持することができ、これによってエンジンサイクルの熱効率を高くすることができる。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0044

【補正方法】変更

【補正内容】

【0044】なお、ガス循環系内の作動ガス濃度は比較的短時間でバランスするため、エンジンの始動時のみ系内に空気を満たしておけば、数分で作動ガスが置換され、定常状態のアルゴン濃度となる。また、水素と酸素の燃焼で生じるのは水蒸気のみであり、排出物としてはこれを凝縮器5で凝縮して液体の水として系外に排出すればよい。また、酸素供給装置7にて供給された酸素中の窒素は低濃度に保たれるため、これの燃焼で生じる NO_x の排出量は極めて低く保持でき、クリーンなエンジンシステムとすることが可能となる。